



Artigo Original

Original Article

Erro técnico de medida em antropometria: análise de precisão e exatidão em diferentes plicômetros

Technical Error of Measurement in Anthropometry: Analysis of Precision and Accuracy in Different Plicometers

Gustavo dos Santos Ribeiro^{1,4} MS; Émerson Barata Fragoso² Esp; Rodrigo D'Azevedo Nunes³; André Luiz Lopes⁵ PhD

Recebido em: 27 de abril de 2019. Aceito em: 05 de junho de 2019.
Publicado online em: 31 de julho de 2019.

Resumo

Introdução: Existem diferentes plicômetros destinados a mensurar dobras cutâneas. No entanto, pouco se sabe sobre a confiabilidade de suas medidas.

Objetivo: Avaliar a precisão e a exatidão de nove modelos utilizados para mensurar as dobras cutâneas.

Métodos: Foram selecionados por conveniência nove equipamentos: Body Caliper, Innovare, Lange, Slim Guide, Neo Prime, Harpenden, Holtain, Premier e Digital. Utilizou-se um dispositivo desenvolvido com células de carga para mensurar a pressão das áreas de contato nas amplitudes de 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 e 50 mm. Foram calculadas medidas de precisão (ETM-_{INTRA}), exatidão (ETM-_{INTER}) e concordância (Bland-Altman). Adotou-se as medidas do plicômetro Harpenden como padrão-ouro.

Resultados: Observou-se precisão adequada nos plicômetros Holtain ($0,35 \pm 0,21$), Harpenden ($0,39 \pm 0,35$), Digital ($0,49 \pm 0,39$), Premier ($0,61 \pm 0,52$), Neo Prime ($0,49 \pm 0,39$), Slim Guide ($0,54 \pm 0,41$), Lange ($0,75 \pm 0,74$) e Innovare ($0,83 \pm 0,63$). Somente modelo Body Caliper não foi preciso ($3,93 \pm 2,53$). Em relação à exatidão, somente os modelos Premier ($3,61 \pm 0,85$), Digital ($4,44 \pm 3,26$) e Innovare ($4,79 \pm 3,89$) exibiram níveis aceitáveis de exatidão. Os demais equipamentos não se mostraram exatos (Slim Guide $15,03 \pm 7,99$; Holtain $17,05 \pm 4,30$; Neo Prime $23,82 \pm 10,35$; Lange $57,88 \pm 9,47$; Body Caliper $143,68 \pm 33,03$).

Conclusão: Os modelos Harpenden, Innovare, Premier e Digital são os plicômetros que se mostraram mais precisos e exatos para mensurar dobras cutâneas.

Palavras-chave: antropometria, composição corporal, pregas cutâneas, análise de falha de equipamento.

Abstract

Introduction: There are different calipers for measuring skinfolds. However, little is known about the reliability of its measures.

Pontos-Chave Destaque

- Foram examinados os plicômetros: Body Caliper, Innovare, Lange, Slim Guide, Neo Prime, Holtain, Premier e Digital. As medidas do plicômetro Harpenden foram consideradas como padrão-ouro.
- O modelo Body Caliper não se mostrou preciso.
- Somente os modelos Premier, Digital e Innovare exibiram níveis aceitáveis de exatidão.

⁵ Autor correspondente André Luiz Lopes – e-mail: andregym23@gmail.com

Afiliações: ¹Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA), Porto Alegre, Brasil; ²Centro Universitário La Salle (LA SALLE), Canoas, Brasil; ³Faculdade SOGIPA de Educação Física, Porto Alegre, Brasil; ⁴Instituto ISulBra/Faculdades QI, Porto Alegre, Brasil.

Objective: To evaluate the precision and accuracy of nine skinfold calipers.

Methods: Body Caliper, Innovare, Lange, Slim Guide, Neo Prime, Harpenden, Holtain, Premier, and Digital models were convenience selected. A device developed with load cells was used to measure jaw pressure at 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45- and 50-mm. Accuracy measurements (TEM-INTRA), reproducibility (TEM-INTER), and agreement (Bland-Altman analysis) were calculated. It was adopted as measures of the Harpenden Caliper as gold standard.

Results: Adequate accuracy was observed in Holtain (0.35 ± 0.21), Harpenden (0.39 ± 0.35), Digital (0.49 ± 0.39), Premier (0.61 ± 0.52), Neo Prime (0.49 ± 0.39), Slim Guide (0.54 ± 0.41), Lange (0.75 ± 0.74) and Innovare (0.83 ± 0.63) calipers. Only Body Caliper model was not accurate (3.93 ± 2.53). Regarding TEM-INTER, only the Premier (3.61 ± 0.85), Digital (4.44 ± 3.26) and Innovare (4.79 ± 3.89) models showed acceptable levels. The others equipment did not showed reproducibility (Slim Guide 15.03 ± 7.99 ; Holtain 17.05 ± 4.30 ; Neo Prime 23.82 ± 10.35 ; Lange (57.88 ± 9.47 ; Body Caliper 143.68 ± 33.03).

Conclusion: The Harpenden, Innovare, Premier and Digital models showed to be most accurate and exact skinfold caliper for measuring skinfolds.

Keywords: anthropometry, body composition, skinfold thickness, equipment failure analysis.

Keypoints

- The plicometers: Body Caliper, Innovare, Lange, Slim Guide, Neo Prime, Holtain, Premier and Digital were examined against Harpenden plicometer measurements (gold standard).
- Body Caliper model was not precise.
- Premier, Digital and Innovare models exhibited acceptable levels of accuracy.

Erro técnico de medida em antropometria: análise de precisão e exatidão em diferentes plicômetros

Introdução

A composição corporal é uma ferramenta amplamente utilizada por profissionais da saúde e do esporte para acompanhar os efeitos de uma intervenção e/ou prever índices de risco e desempenho esportivo(1). As dobras cutâneas (DC) são as principais medidas utilizadas nesta avaliação devido à sua alta correlação com densidade corporal, além do baixo custo operacional e boa confiabilidade(2,3). A variabilidade de dados pode ser reduzida ou conhecida ao calcularmos o erro técnico de medida (ETM) de cada avaliador. Esta técnica permite aos antropometristas verificarem sua precisão (ETM-INTRA) e sua exatidão (ETM-INTER), minimizando a possibilidade de viés na interpretação de dados(1,4).

Um aspecto que vem sendo negligenciado ao longo dos anos refere-se à precisão, exatidão e a confiabilidade dos equipamentos usados para mensurar as DC e as medidas aferidas em modelos diferentes podem ser comparadas(2,5,6). Existem poucas

informações na literatura sobre o tema. Em 1955, Edwards et al.(7) mencionaram uma série de recomendações para auxiliar na construção destes equipamentos. A principal característica apontada pelos autores está relacionada com a abertura das hastes. Elas precisam exercer uma pressão constante ($8-10 \text{ g/mm}^2$) ao longo de toda a amplitude, sendo que a haste superior do equipamento deve ser fixa e a inferior móvel. Além disso, as áreas de contato devem estar a 152,4 mm do eixo do dispositivo, denominado de pivô.

Com o crescimento do mercado *fitness* e *wellness*, as indústrias especializadas em materiais de avaliação aumentaram a produção e a venda destes equipamentos(8). No entanto, algumas premissas básicas parecem não terem sido aplicadas no desenvolvimento desses equipamentos. Atualmente, o mercado disponibiliza plicômetros em diversos formatos. Segundo Cyrino et al.(2), a mensuração das DC e a estimativa da massa adiposa podem ser afetadas pelo tipo de plicômetro utilizado, superfície de contato, distância e pressão das hastes, abertura das

hastes e posicionamento das molas (Lei de Hooke).

Considerando estas informações, o objetivo do presente estudo foi avaliar a precisão e a exatidão de nove modelos de plicômetros comercializados dentro e fora do país, averiguando a confiabilidade de suas medidas para análise da composição corporal.

Métodos

No presente estudo transversal foram avaliados nove equipamentos para mensurar

DC. Os modelos clínicos Body Caliper (Valtro, Itália), Innovare (Cescorf, Brasil), Neo Prime (Prime Med, Brasil), Lange (Beta Tech, Estados Unidos) e Slim Guide (Roscraft, Canadá) foram selecionados por conveniência, assim como os modelos científicos Harpenden (Baty Int, Inglaterra), Holtain (Crosswell, Inglaterra) e Premier (Cescorf, Brasil). Além destes, o modelo científico digital (Cescorf, Brasil) também foi selecionado para estudo. O Quadro 1 apresenta as especificações de cada equipamento.

Modelo	Amplitude	Distância P-R	Molas	País de origem
<i>Científico</i>				
Holtain	46 mm	117,0 mm	Indefinido ^a	Inglaterra
Harpnden	80 mm	152,4 mm	Oblíqua	Inglaterra
Digital	75 mm	152,4 mm	Oblíqua	Brasil
Premier	85 mm	152,4 mm	Oblíqua	Brasil
<i>Clínico</i>				
Neo Prime	60 mm	230,0 mm	Sem molas ^b	Brasil
Slim Guide	85 mm	110,0 mm	Vertical	Canadá
Lange	60 mm	75,0 mm	Vertical	Estados Unidos
Innovare	80 mm	108,0 mm	Oblíqua	Brasil
Body Caliper	60 mm	62,0 mm	Circular	Itália

P-R: distância entre o pivô e as áreas de contato.

^a as molas situam-se na parte interna do equipamento, impossibilitando a sua visualização.

^b utiliza uma placa curva de alumínio em substituição ao tradicional sistema de molas.

Procedimento experimental

Todos os equipamentos foram calibrados de acordo com o fabricante. Utilizou-se um dispositivo desenvolvido com células de carga para mensurar a pressão exercida pelas molas de cada equipamento (áreas de contato) em diferentes amplitudes que foram escolhidas arbitrariamente (10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 e 50 mm). Foram realizadas duas medidas em cada amplitude, usando-se a média nos cálculos subsequentes. Uma terceira medida era realizada se os valores exibissem diferença superior a 2%, com o valor discrepante sendo descartado.

Análise de precisão, exatidão e confiabilidade

As medidas de cada amplitude foram tabuladas no software Anthropotech 2.0 (ISULBRA, Brasil). O ETM foi calculado para cada amplitude fornecendo a medida de precisão do equipamento (ETM-*INTRA*).

Procedimento similar foi adotado para calcular a exatidão do modelo (ETM-*INTER*). Neste caso, utilizaram-se os valores do plicômetro científico Harpenden como padrão ouro devido a suas características respeitarem as normas propostas por Edwards et al.(7) . A rotina matemática utilizada pelo software para calcular estes dois parâmetros é descrita por Perini et al.(1) e Lopes & Ribeiro(4). Adicionalmente, utilizou-se a análise de Bland-Altman para avaliar a confiabilidade das medidas de cada plicômetros(9).

Análise estatística

Os dados foram sumarizados em planilha eletrônica (Excel for Windows, Office 2010, USA) e analisados qualitativamente (ETM-*INTRA* e ETM-*INTER*). O coeficiente de variação (CV) foi aplicado para determinar a heterogeneidade das medidas. O software GraphPAD Prism 5 (San Diego, USA) foi utilizado para análise descritiva e inferencial

(Kruskal-Wallis), sendo significativo $p < 0,05$. A análise de Bland-Altman foi realizada no MedCalc Statistical Software version 19 (MedCalc Software, Ostend, Belgium). Os dados são expressos em média \pm desvio-padrão.

Resultados

A Gráfico 1 apresenta o comportamento da pressão gerada pela abertura das hastes em cada amplitude investigada. Contatou-se diferença entre os modelos Harpenden vs Body

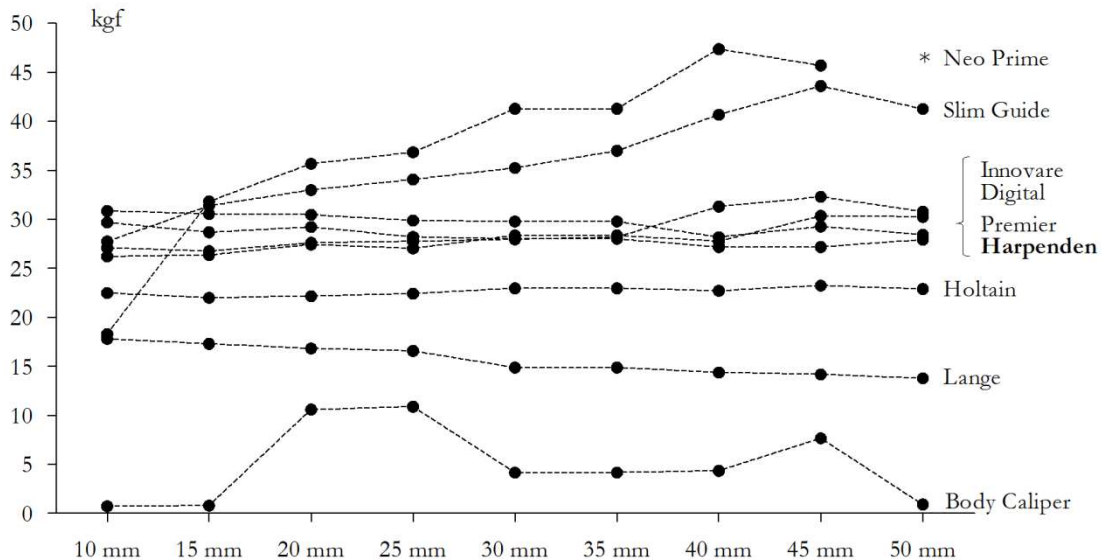


Gráfico 1 - Pressão das áreas de contato em diferentes aberturas. *Pressão superior a 50 kgf (limítrofe de aferição da célula de carga).

Body Caliper ($p < 0,01$), Premier vs Body Caliper e Lange ($p < 0,01$), Digital vs Body Caliper ($p < 0,01$), Innovare vs Body Caliper e Lange ($p < 0,05$), Slim Guide vs Holtain, Lange e Body Caliper ($p < 0,05$), Holtain vs Neo Prime ($p < 0,05$) e Neo Prime vs Lange e Body Caliper ($p < 0,05$).

A Tabela 1 apresenta a análise de precisão e exatidão dos equipamentos. Todos os modelos exibiram precisão satisfatória, exceto o modelo Body Caliper que excedeu a limítrofe considerada adequada de 1%. Todas as aferições se mostraram homogêneas em relação às amplitudes ($CV < 8\%$) e equipamentos ($CV < 5\%$). Os modelos Harpenden e Premier obtiveram o melhor desempenho ($CV < 1\%$) enquanto o Body Caliper exibiu o pior resultado ($CV = 4,5\%$). Em relação à análise de exatidão, somente os modelos clínico, científico premier e científico digital da Cescorf demonstraram índices aceitáveis ($ETM_{-INTER} < 5\%$). Os modelos Body Caliper e Lange obtiveram os piores valores de exatidão ($ETM_{-INTER} > 50\%$).

Tabela 1 – Análise de precisão e exatidão dos equipamentos

Modelo	ETM _{-INTRA} (%)	ETM _{-INTER} (%)
<i>Científico</i>		
Holtain	0,35 \pm 0,21	17,05 \pm 4,30
Harpenden ^a	0,39 \pm 0,35	^a
Digital	0,49 \pm 0,39	4,44 \pm 3,26
Premier	0,61 \pm 0,52	3,61 \pm 0,85
<i>Clínico</i>		
Neo Prime	0,49 \pm 0,39	23,82 \pm 10,35
Slim Guide	0,54 \pm 0,41	15,03 \pm 7,99
Lange	0,75 \pm 0,74	57,88 \pm 9,47
Innovare	0,83 \pm 0,63	4,79 \pm 3,89
Body Caliper	3,93 \pm 2,53	143,68 \pm 33,03

ETM: erro técnico de medida

^a Padrão ouro

A Figura 1 apresenta a análise de Bland-Altman dos diferentes plicômetros frente ao padrão-ouro. Observa-se que apenas os modelos Premier (A), Digital (B) e Innovare (C) apresentam níveis adequados de exatidão (± 5 mm). Os modelos Holtain (D) e Lange (E) mostraram-se precisos, porém pouco exatos.

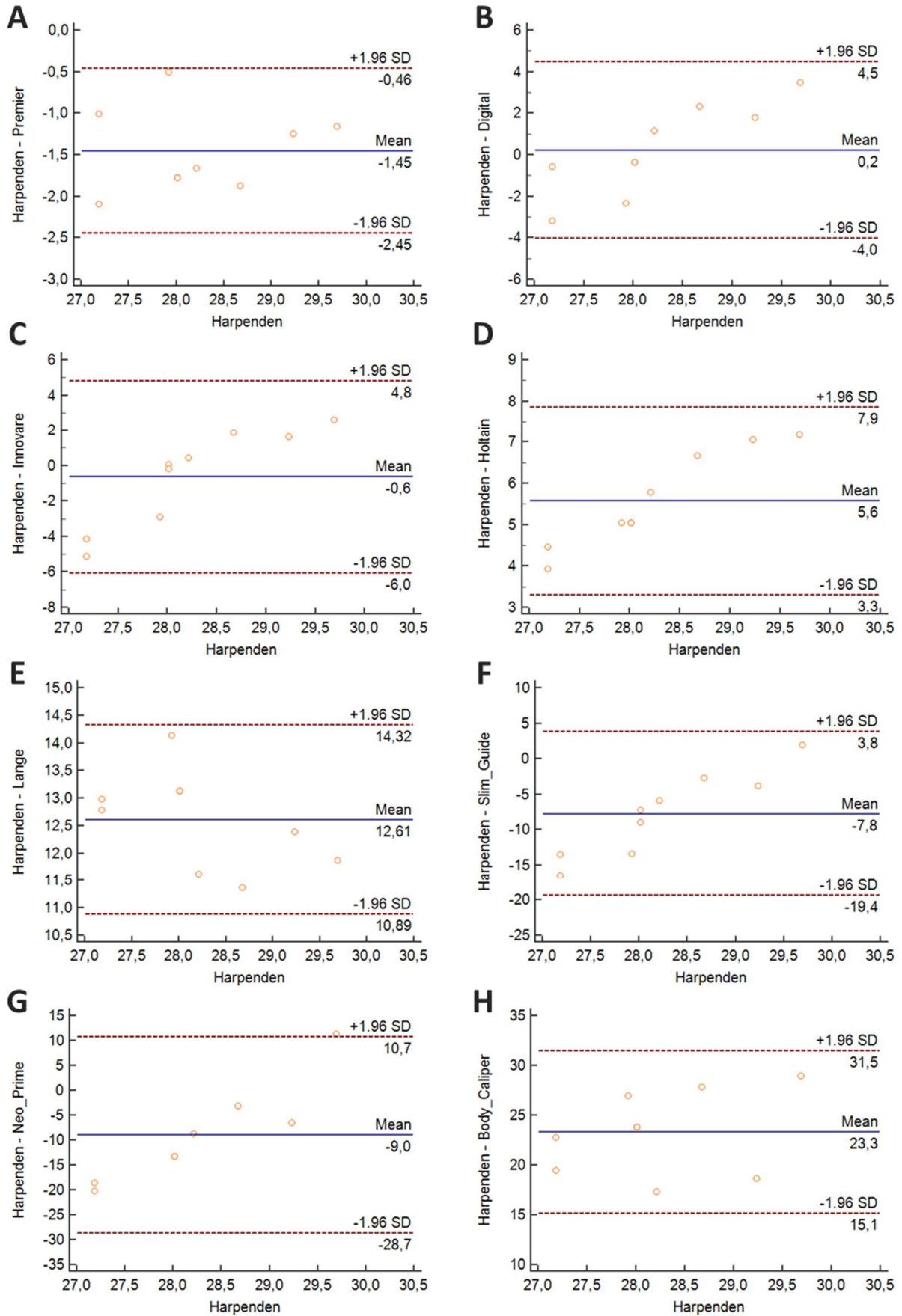


Figura 1 – Análise de Bland-Altman entre os equipamentos Harpenden e Premier (A), Digital (B), Innovare (C), Holtain (D), Lange (E), Slim Guide (F), Neo Prime (G) e Body Caliper (F).

Os demais equipamentos não obtiveram níveis adequados de precisão e exatidão (F, G e H).

Discussão

Os dados mostraram de forma consistente que o uso de diferentes plicômetros pode intervir na análise da composição corporal e inviabilizar a comparação de dados. Embora a precisão de todos os modelos seja satisfatória (exceto o Body Caliper), 63% dos equipamentos avaliados não exibiram níveis aceitáveis de pressão ao serem comparados ao padrão ouro (Harpenden). Somente os modelos nacionais (Innovare, Premier e Digital) proporcionaram níveis aceitáveis de exatidão. Estes achados mostram-se relevantes por esta pesquisa ter sido a primeira a avaliar de forma abrangente a pressão realizada por diferentes plicômetros disponíveis no mercado nacional e internacional.

De acordo com Cyrino et al.(2), o modelo do plicômetro e a falta de calibração do mesmo, são fatores determinantes para obtenção de valores precisos e confiáveis. Gore et al.(10) complementam mencionando que a deterioração das molas pode afetar a acurácia da medida. Para minimizar este viés, os equipamentos utilizados eram novos e foram previamente calibrados. As linhas horizontais da Gráfico 1 evidenciam que os modelos Body Caliper, Neo Prime e Slim Guide não conseguem sustentar a pressão de forma homogênea com o incremento da amplitude. O posicionamento das molas e o comprimento das hastes são fatores que justificam este comportamento (Quadro 1).

Segundo Edwards et al.(7), para que um plicômetro seja preciso e suas medidas confiáveis é necessário que algumas características sejam respeitadas para manter a tensão da mola constante ($8-10 \text{ g/mm}^2$) ao longo da abertura (0-80 mm). As duas principais orientações são(1): a distância das áreas de contato do pivô (152,4 mm) e o ângulo das molas para compensar a Lei de Hooke, a qual determina que a tensão nas molas seja proporcional à sua deformação, ou seja, ao comprimento ocasionado por forças externas(11,12). Se olharmos com atenção as características dos equipamentos (Tabela 1),

torna-se evidente que os modelos Body Caliper, Lange, Neo Prime e Slim Guide não cumprem estes requisitos recomendados por Edwards et al. (7). Ainda assim, a Tabela 1 indica que, em média, os equipamentos Neo Prime e Slim Guide foram precisos.

Em relação à exatidão (Gráfico 1), é possível observar que somente os modelos Innovare, Premier e Digital demonstraram comportamento similar ao padrão de referência. Informação ratificada pelo ETM-INTER (Tabela 1) e análise de confiabilidade (Figura 1). Embora os modelos Holtain e Lange tenham mantido a pressão constante com aumento da amplitude, suas pressões foram 20 e 45% menor que a medida padrão, respectivamente. Dois fatores podem explicar esta resposta: a posição vertical da única mola e a distância das áreas de contato do plicômetro Lange e, talvez, o posicionamento das molas do Holtain. Curiosamente, as amplitudes de 10, 15 e 20 mm exibiram maior ETM-INTER (> 20%) no modelo inglês.

Existem poucos estudos comparando o uso de diferentes plicômetros na análise da composição corporal e, até o momento, nenhum deles investigou de forma mais incisiva a precisão e a exatidão destes equipamentos. Cyrino et al. (2) foram pioneiros ao compararem a espessura de DC usando dois plicômetros distintos (Lange e Cescorf) e o impacto que isso causava na análise da composição corporal de 259 homens. Foram aferidas nove DC com cada equipamento, em alternância (três medidas cada). A mediana foi usada para cálculo da densidade corporal, sendo posteriormente convertida em percentual de gordura (%G) usando equações específicas.

Os autores observaram que o modelo Lange registrava valores maiores de DC que o Cescorf ($\Sigma 9DC \ 112,6 \pm 7,6$ vs $105,6 \pm 7,9$ mm; $p < 0,01$) e que estas medidas prediziam um %G distinto nas quatro equações investigadas ($\sim 15 \pm 6$ vs $\sim 14 \pm 6\%$; $p < 0,01$). Ainda que os métodos sejam distintos, estes dados corroboram com os obtidos em nosso estudo. Se observarmos a Gráfico 1 pode-se notar que a tensão gerada pelo modelo Lange é inferior a todos os modelos Cescorf, conseqüentemente, registrando valores menores devido a menor

compressibilidade dos tecidos moles. Neste sentido, Gore et al.(10) afirmam que variações de 1 g/mm^2 podem diminuir a espessura da DC em aproximadamente 10%, independentemente do local de medida.

Corroborando com estes achados, Gruber et al. (5) identificaram um ETM-INTRA próximo a 11mm ($\Sigma 7DC$) em homens ($104,5 \pm 36,3$ vs $93,8 \pm 32,8$ mm; $p < 0,05$) e mulheres saudáveis ($113,5 \pm 39,3$ vs $103,7 \pm 37,3$ mm; $p < 0,05$). Assim como no estudo anterior, os valores obtidos usando o Lange foram menores que o Harpenden, ainda que altamente correlacionadas ($r=0,99$). Por outro lado, Talbert et al.(6) não observaram distinção no %G usando os modelos Lange e Harpenden para coletar as medidas ($22,4 \pm 6,7$ vs $20,0 \pm 6,4\%$; $p=0,07$). Todavia, o aparelho norte-americano mostrou menor sensibilidade para medir as DC, assim como observado no presente estudo.

Em relação ao Slim Guide, Hewitt et al.(13) fizeram uma série de constatações ao investigarem a calibração dinâmica nos plicômetros Slim Guide e Harpenden. Embora não fosse o foco do estudo, os autores citam que a qualidade mecânica no instrumento canadense é inferior à inglesa, apresentando maior variabilidade devido à simplicidade no mecanismo do pivô. Nossos dados apoiam esta afirmação ao demonstrarem que a tensão gerada por este equipamento aumentava de forma sistemática com a abertura das hastes (Gráfico 1), chegando a oscilar cerca de 67% entre as amplitudes de 10 e 45 mm. Não encontramos estudos que tenham avaliado os modelos Neo Prime, Holtain e Body Caliper, dificultando a discussão de dados.

Pontos fortes e limitações do estudo

O ponto forte do estudo foi a comparação entre diferentes plicômetros disponíveis no mercado, evidenciando a precisão e a exatidão de cada equipamento.

Destaca-se no presente estudo a comparação entre diferentes equipamentos que são comercializados para mensurar as dobras cutâneas e como a sua variabilidade pode interferir na análise da composição corporal. Por outro lado, a ausência de testes em um número maior de equipamentos do mesmo modelo e avaliação da durabilidade dos

mesmos, além da aplicabilidade em modelos humanos (coleta de medidas), constituem algumas limitações do presente estudo.

Conclusão

Atualmente diversos equipamentos são comercializados para mensurar DC e avaliar a composição corporal de atletas, enfermos e da população em geral. As opções variam desde os modelos mais simples (clínicos) até os mais avançados (científicos) e modernos (digitais). Cabe ao antropometrista optar pelo instrumento que melhor se adeque a sua realidade profissional. No entanto, é preciso ficar atento a estas diferenças mecânicas para que não ocorram erros na interpretação de dados. Basicamente, os plicômetros devem respeitar algumas premissas básicas para que os dados sejam exatos e confiáveis. Além disso, seus usuários devem inspecionar sua calibração regularmente.

Considerando os resultados deste estudo, conclui-se que há grande variabilidade entre os equipamentos desenvolvidos para mensurar as DC, podendo comprometer a confiabilidade dos dados mensurados e, conseqüentemente, a análise da composição corporal. Dentre os plicômetros avaliados mostramos que: A) os modelos Innovare, Premier e Digital são os mais próximos do padrão ouro; B) Body Caliper e Lange são os equipamentos que geram menor pressão, e por isso, suas medidas podem superestimar a composição corporal; C) os modelos Neo Prime e Slim Guide se diferenciam do padrão de referência por produzirem maior pressão, subestimando o valor da dobra cutânea; D) o plicômetro Holtain se mostrou extremamente preciso, porém, pouco exato. Portanto, a escolha do equipamento e o cálculo do ETM, são determinantes para obtenção de dados confiáveis que descrevam a composição corporal dos sujeitos.

Declaração de conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesse.

Declaração de financiamento

Este estudo foi financiado em parte pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS)/Coordenação

de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Código Financeiro 001.

Referências

1. Perini T, Oliveira G, Ornellas J, Oliveira F. Cálculo do erro técnico de medição em antropometria. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2005;11(1):81-5. <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-86922005000100009>
2. Cyrino E, Okano A, Glaner M, et al. Impact of the use of different skinfold calipers for the analysis of the body composition. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2003;9(3):150-3. <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-86922003000300004>
3. Both D, Matheus S, Behenck M. Validação de equações antropométricas específicas e generalizadas para estimativa do percentual de gordura corporal em estudantes de educação física do sexo masculino. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*. 2015;29(1):13-23. <http://dx.doi.org/10.1590/1807-55092015000100013>
4. Lopes A, Ribeiro G. *Antropometria aplicada à saúde e ao desempenho esportivo: uma abordagem a partir da metodologia ISAK*. Rio de Janeiro: Rúbio; 2014.
5. Gruber J, Pollock M, Graves J, et al. Comparison of Harpenden and Lange calipers in predicting body composition. *Research Quarterly for Exercise and Sport*. 1990;61(2):184-90. DOI: 10.1080/02701367.1990.10608673
6. Talbert E, Flynn M, Bell J, et al. Comparison of body composition measurements using a new caliper, two established calipers, hydrostatic weighing, and BodPod. *International Journal of Exercise Science*. 2009;2(1):19-27.
7. Edwards D, Hammond W, Healy M, Tanner J, Whitehouse R. Design and accuracy of calipers for measuring subcutaneous tissue thickness. *British Journal of Nutrition*. 1955;9(2):133-43.
8. Global Market Insights. *Body fat measurement market size: industry analysis report, regional outlook, growth potential, price trends and forecast 2016-2024*. Delaware: Global Market Insight, 2016. Disponível em: <https://www.gminsights.com/industry-analysis/body-fat-measurement-market>. Acessado em: 04/07/2019.
9. Hirakata V, Camey S. Análise de Concordância entre Métodos de Bland-Altman. *Clinical & Biomedical Research*. 2009; 29(3): 261-68.
10. Gore C, Carlyon R, Franks S, Woolford S. Skinfold thickness varies directly with spring coefficient and inversely with jaw pressure. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2000;32(2):540-6.
11. Gore C, Woolford S, Carlyon R. Calibrating skinfold calipers. *Journal of Sports Sciences*. 1995;13(4):355-60.
12. Carlyon R, Bryant R, Gore C, Walker R. Apparatus for precision calibration of skinfold calipers. *American Journal of Human Biology*. 1998;10(6):689-97.
13. Hewitt G, Withers R, Brooks A, et al. Improved rig for dynamically calibrating skinfold calipers: comparison between Harpenden and Slim Guide instruments. *American Journal of Human Biology*. 2002;14(6):721-727.